TT421 - smar

MANUAL DE INSTRUÇÕES, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

TRANSMISSOR DIGITAL DE TEMPERATURA

4-20 mA + HART®, Montagem em Cabeçote

MAIO / 04

TT421

VERSÃO 1

INTRODUÇÃO

O Transmissor Digital de Temperatura TT421 é um poderoso e versátil transmissor inteligente de temperatura a dois fios para medições universais em poço ou em outras aplicações industriais. Ele é totalmente compatível com o protocolo HART® (sinal de comunicação sobreposto ao sinal de 4-20mA). Seu avançado projeto garante flexibilidade de configuração e medidas precisas.

Ele é fácil de configurar e permite usar a unidade em diferentes faixas de medição com vários tipos de sensores universais, tais como: RTDs, Termopares, Sensor de resistência, mV, etc (veja a tabela de Especificação Funcional).

Os poderosos algoritmos de cálculos em seu firmware garantem a linearidade do sinal de saída com a entrada de temperatura.

Seu compacto design mecânico permite a montagem em cabeçote e ajusta-se a qualquer conexão DIN de forma B. Com isso, toda planta pode ser padronizada usando-se o TT421 em diferentes aplicações. Essas qualidades permitem reduzir drasticamente o tempo de calibração e manutenção, assim como estoques e treinamento. Isso o faz a solução custo benefício mais confiável do mercado para medidas de temperaturas.

Características Principais:

- Transmissor Inteligente a dois fios com comunicação HART® e sinal de 4-20mA de acordo com a norma NAMUR-NE43;
- ±0,02 % exatidão básica;
- Medição de temperatura utilizando sensores resistivos (RTDs), termopares, sensores de resistência e saída em mV;
- Padrão internacional de linearização e calibração customizada de acordo com Callendar Van Dusen.

Tipo de medições:

- Sensor simples a 2, 3 ou 4 fios;
- Sensor duplo a 2 fios: Diferencial, Média, Máxima e Mínima;
- Alta estabilidade ao longo do tempo devido a auto-calibração interna das entradas;
- Funções avançadas de diagnóstico do transmissor e sensores;
- Calibração com e sem referência;
- Filtro digital de entrada selecionável pelo usuário;
- Tensão de isolação de 1500 Vac entre sensor e malha de corrente, testada em fábrica;
- Seu compacto design mecânico permite a montagem em cabeçote e ajusta-se a qualquer conexão DIN de forma B;
- Configurável via programador HART® e via PC;
- Configurado em fábrica de acordo com a necessidade do cliente.

Benefícios:

- Simplifica a instalação, configuração e a operação, pois com um único transmissor pode-se medir até dois pontos de temperatura, provendo medição com exatidão e reduzindo custos de instalação;
- Reduz custos de hardware, instalação, manutenção e treinamento, pois um único transmissor de temperatura provê solução para uma ampla variedade de aplicações. A mesma unidade pode ser usada para diferentes faixas de medição e diferentes tipos de sensores, que incluem

uma ampla variedade de termopares e termoresistências, além de entradas para milivoltagem e resistências. Desta forma, a planta pode ser padronizada onde vários tipos e modelos de transmissores convencionais eram utilizados, além de simplificar custos com estoques;

- O usuário pode alterar facilmente a configuração via comunicação HART®, com tempo reduzido de parada;

- Seu design permite fácil montagem e conexão no campo;

- Rápido comissionamento. O TT421 pode trabalhar como um preciso gerador de corrente, facilitando a verificação do loop de corrente;

- Uma característica avançada do TT421 é a sua capacidade de se transformar num transmissor / controlador. Ele possui um bloco PID interno que é ativado com uma simples instrução via programador ou via PC. O uso desta característica do TT421 possibilita a redução de fiação e economia de um controlador;

- O TT421 possui compensação interna com a temperatura ambiente minimizando seus efeitos na medição a baixos níveis.

- Permite a caracterização de sensores especiais de acordo com a conveniência da aplicação;

- Através de um gerador de tempo, pode trabalhar como um gerador de SetPoint;

- Monitoramento de rompimento de sensores e, em caso de falhas, a corrente de saída pode ser configurada para os valores de segurança;

- Diminui a variabilidade do processo com a alta estabilidade ao longo do tempo;

- A utilização do CONF401 da Smar, ferramenta amigável, facilita o acesso de funções como a configuração, documentação, monitoração, diagnósticos e calibração.

Para atualizações mais recentes veja o site da Smar: www.smar.com.br.

Leia cuidadosamente as instruções deste manual para obter o máximo aproveitamento do TT421.

NOTA
Este Manual é compatível com as Versões 1.XX, onde 1 indica a Versão do software e XX indica o "release". Portanto, o Manual é compatível com todos os "releases" da Versão 1.

Exclusão de responsabilidade

O conteúdo deste manual está de acordo com o hardware e software utilizados na versão atual do equipamento. Eventualmente podem ocorrer divergências entre este manual e o equipamento. As informações deste documento são revistas periodicamente e as correções necessárias ou identificadas serão incluídas nas edições seguintes. Agradecemos sugestões de melhorias.

Advertência

Para manter a objetividade e clareza, este manual não contém todas as informações detalhadas sobre o produto e, além disso, ele não cobre todos os casos possíveis de montagem, operação ou manutenção.

Antes de instalar e utilizar o equipamento, é necessário verificar se o modelo do equipamento adquirido realmente cumpre os requisitos técnicos e de segurança de acordo com a aplicação. Esta verificação é responsabilidade do usuário.

Se desejar mais informações ou se surgirem problemas específicos que não foram detalhados e ou tratados neste manual, o usuário deve obter as informações necessárias do fabricante Smar. Além disso, o usuário está ciente que o conteúdo do manual não altera, de forma alguma, acordo, confirmação ou relação judicial do passado ou do presente e nem faz parte dos mesmos.

Todas as obrigações da Smar são resultantes do respectivo contrato de compra firmado entre as partes, o qual contém o termo de garantia completo e de validade única. As cláusulas contratuais relativas à garantia não são nem limitadas nem ampliadas em razão das informações técnicas apresentadas no manual.

Só é permitida a participação de pessoal qualificado para as atividades de montagem, conexão elétrica, colocação em funcionamento e manutenção do equipamento. Entende-se por pessoal qualificado os profissionais familiarizados com a montagem, conexão elétrica, colocação em funcionamento e operação do equipamento ou outro aparelho similar e que dispõem das qualificações necessárias para suas atividades. A Smar possui treinamentos específicos para formação e qualificação de tais profissionais. Adicionalmente, devem ser obedecidos os procedimentos de segurança apropriados para a montagem e operação de instalações elétricas de acordo com as normas de cada país em questão, assim como os decretos e diretivas sobre áreas classificadas, como segurança intrínseca, prova de explosão, segurança aumentada, sistemas instrumentados de segurança entre outros.

O usuário é responsável pelo manuseio incorreto e/ou inadequado de equipamentos operados com pressão pneumática ou hidráulica, ou ainda submetidos a produtos corrosivos, agressivos ou combustíveis, uma vez que sua utilização pode causar ferimentos corporais graves e/ou danos materiais.

O equipamento de campo que é referido neste manual, quando adquirido com certificado para áreas classificadas ou perigosas, perde sua certificação quando tem suas partes trocadas ou intercambiadas sem passar por testes funcionais e de aprovação pela Smar ou assistências técnicas autorizadas da Smar, que são as entidades jurídicas competentes para atestar que o equipamento como um todo, atende as normas e diretivas aplicáveis. O mesmo acontece ao se converter um equipamento de um protocolo de comunicação para outro. Neste caso, é necessário o envio do equipamento para a Smar ou à sua assistência autorizada. Além disso, os certificados são distintos e é responsabilidade do usuário sua correta utilização.

Respeite sempre as instruções fornecidas neste Manual. A Smar não se responsabiliza por quaisquer perdas e/ou danos resultantes da utilização inadequada de seus equipamentos. É responsabilidade do usuário conhecer as normas aplicáveis e práticas seguras em seu país.

ÍNDICE

Fluxograma de Instalação

Seção 1

INSTALAÇÃO

Geral

A exatidão global de uma medida de temperatura depende de muitas variáveis. Embora o transmissor TT421 tenha um desempenho de alto nível, uma instalação adequada é necessária para aproveitar ao máximo os benefícios oferecidos.

De todos os fatores que podem afetar a exatidão do transmissor, as condições ambientais são as mais difíceis de controlar. Entretanto, há maneiras de se reduzir os efeitos da temperatura, umidade e vibração.

Os efeitos devido à mudanças de temperatura podem ser minimizados montando-se o transmissor em áreas protegidas de grandes mudanças ambientais.

Em ambientes quentes, o transmissor deve ser instalado de forma a evitar ao máximo a exposição aos raios solares. Deve ser evitada a instalação próxima a linhas ou vasos sujeitos a alta temperatura. Para medidas de temperaturas, os sensores com dissipadores podem ser usadas ou o sensor pode ser montado separado da carcaça do transmissor. Quando necessário, o uso de isolação térmica para proteger o transmissor de fontes de calor deve ser considerado.

A umidade é inimiga dos circuitos eletrônicos. Em áreas com altos índices de umidade deve-se certificar da correta vedação. O circuito eletrônico é revestido com um verniz à prova de umidade, mas exposições constantes podem comprometer esta proteção. Também é importante manter a tampa do cabeçote bem fechada, pois cada vez que ela é aberta, o meio corrosivo pode atacar as roscas das conexões já que nesta parte não existe a proteção.

Erros na medição podem ser amenizadas conectando o sensor tão próximo ao transmissor quanto possível e usando fios apropriados (veja Seção 2, Operação).

Montagem

O TT421 é compatível com qualquer tipo de cabeçote padrão DIN Form B e sua montagem mecânica é fácil e rápida. Este produto é compatível com qualquer rede de comunicação 4-20mA/ HART®.

Veja o Desenho Dimensional do Transmissor na Fig. 1.1.

Dimensões(mm)
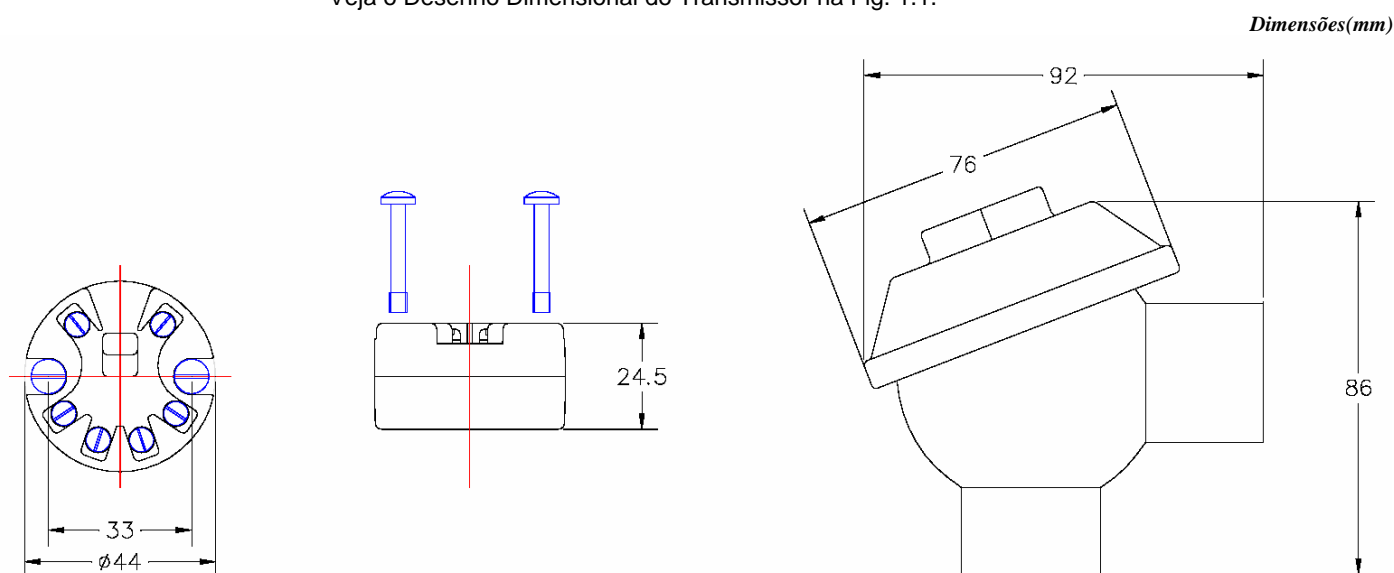
Figura 1.1 –Dimensionais mecânicos

Ligação Elétrica

A fiação elétrica deve ser feita acessando-se o transmissor abrindo-se o cabeçote e de acordo com a figura a seguir.Os terminais 5 e 6 são utilizados para a conexão com a rede HART®.Não são polarizadas. Os terminais 1 até 4 são utilizados para a conexão de sensores.
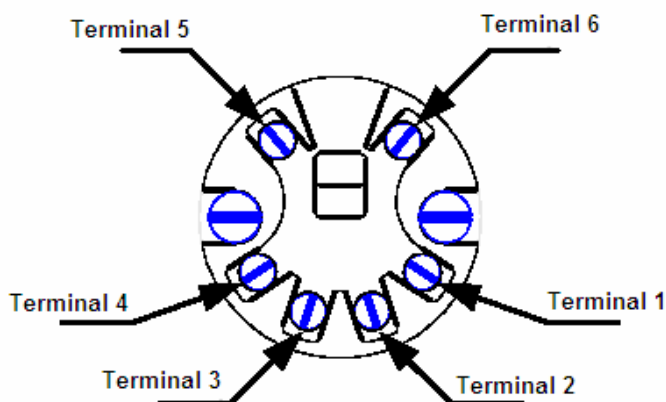
Figura 1.2 – Diagrama de conexão elétrica

Conexão	Descrição
1	**Terminal do Sensor**
2	**Terminal do Sensor**
3	**Terminal do Sensor**
4	**Terminal do Sensor**
5	**Sinal 4-20mA + comunicação HART (Não polarizado)**
6	**Sinal 4-20mA + comunicação HART (Não polarizado)**

A figura 1.3 mostra uma conexão típica usando o TT421 como transmissor e a figura 1.4, como controlador(opcional).
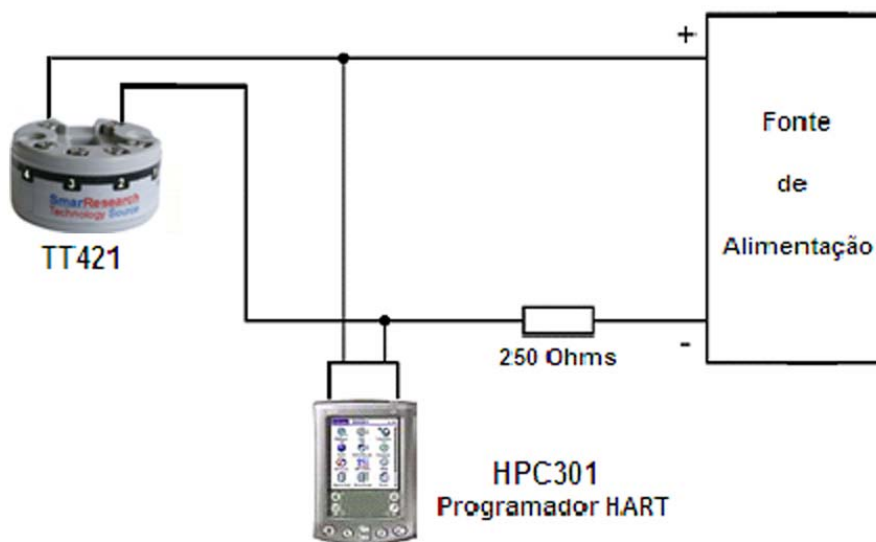
Figura 1.3 - O TT421 como transmissor
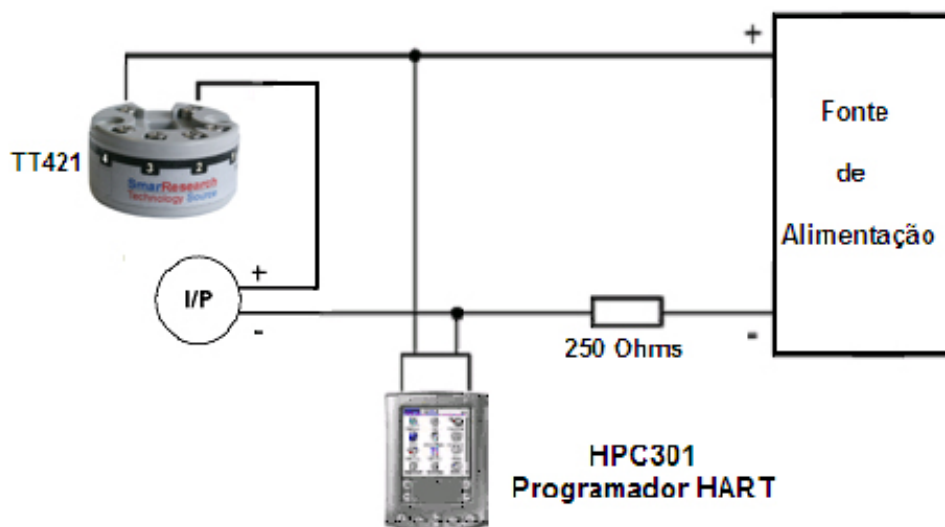
Figura 1.4 – O TT421 como controlador

A figura 1.5 mostra uma conexão típica em multidrop usando o TT421.Pode-se conectar no máximo 15 equipamentos e cuidados especiais devem ser tomados quanto ao resistor e a fonte de alimentação.
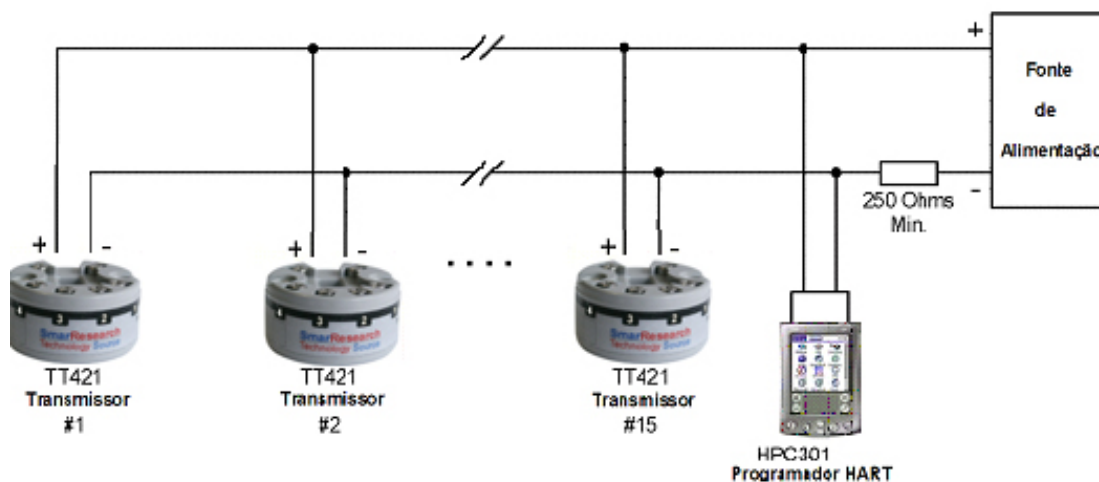
Figura 1.5 – Ligação em multidrop

Certifique-se que o transmissor está dentro da faixa de operação indicada na figura 1.6.
Para suportar a comunicação é necessário uma carga mínima de 250 Ohms. Uma tensão mínima de 12 V é necessária nos terminais do transmissor.
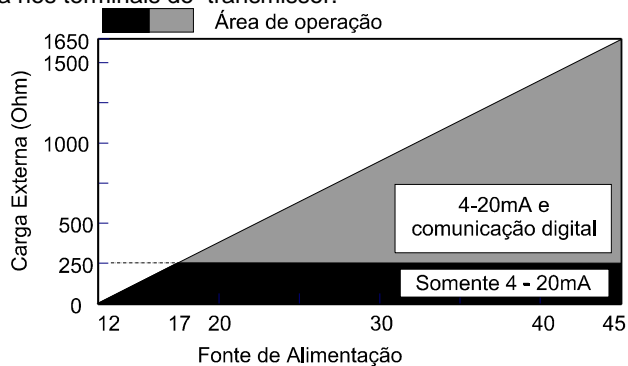
Figura 1.6 – Limitação de carga e área de operação do TT421

ATENÇÃO
Para uma operação adequada, o configurador **SMAR** exige uma carga mínima de 250 Ohms entre ele e a fonte de alimentação.
O configurador pode ser conectado aos terminais de comunicação do transmissor ou em qualquer ponto da linha usando a interface com garra jacaré.
Se o cabo for blindado, recomenda-se o aterramento em apenas uma das extremidades. A extremidade não aterrada deve ser cuidadosamente isolada.
Quando em operação com sensores duplos, somente um dos sensores deve ser aterrado.

O TT421 trabalha com sinais de geradores de mV tais como termopares, assim como sensores resistivos, tipo RTD, onde o critério principal de interoperabilidade é assegurar que o sinal esteja de acordo com a faixa de entrada. Para mV, a faixa é de –50 a 500 mV e para resistência de 0 a 2000 Ohms. Para a conexão veja a figura 1.7.
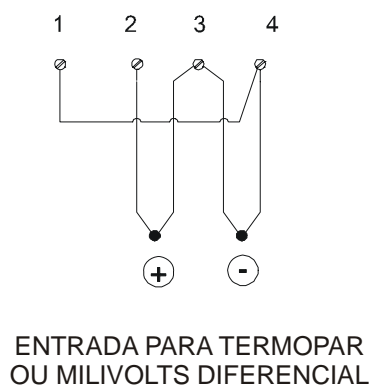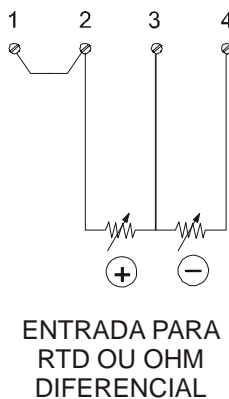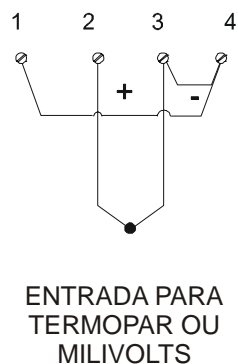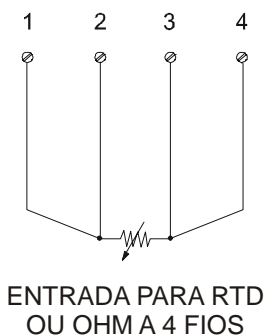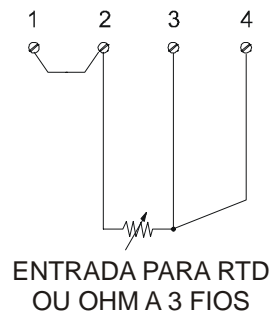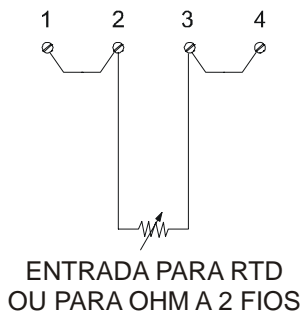
Figura 1.7 – Diagrama de conexão elétrica dos sensores

Seção 2

OPERAÇÃO

O TT421 trabalha com sinais de geradores de mV, tais como termopares, assim como sensores resistivos, tipo RTD, onde o critério principal de interoperabilidade é assegurar que o sinal esteja de acordo com a faixa de entrada. Para mV, a faixa é de –50 a 500 mV e para resistência de 0 a 2000 Ohms.

Descrição Funcional - Circuito

Refira-se ao diagrama de bloco (Fig. 2.1).
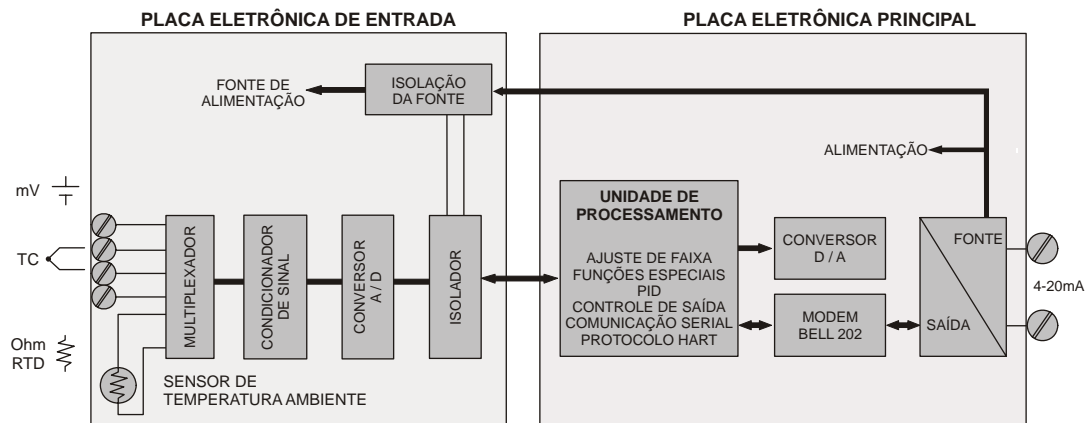
Figura 2.1 – Diagrama de blocos funcional do TT421

A função de cada bloco é descrita abaixo.

Multiplexador - MUX
O MUX multiplexa o sinal dos terminais do sensor para a seção condicionadora de forma a otimizar o circuito eletrônico.

Condicionador do Sinal
Sua função é aplicar o ganho correto aos sinais de entrada para fazê-los adaptarem ao conversor A/D.

Conversor A/D
O conversor A/D transforma o sinal de entrada analógico em um formato digital para a CPU.

Isolador
Sua função é isolar o sinal de dados e de controle entre a entrada e a CPU.

CPU - Unidade Central de Processamento e PROM
A CPU é a parte inteligente do transmissor, sendo responsável pelo gerenciamento e operação de todos os outros blocos: linearização, compensação de junta fria e comunicação. O programa é armazenado na PROM assim como os dados de linearização para os sensores de temperatura. Para armazenagem temporária de dados, a CPU tem uma RAM interna. Os dados na RAM são perdidos se a alimentação for desligada. Entretanto, a CPU, também, tem uma EEPROM interna não volátil onde os dados que devem ser mantidos são armazenados. Exemplos de cada dados são: dados de calibração, configuração e identificação.

Conversor D/A(*)
Converte o dado de saída digital da CPU para um sinal analógico.

Saída (*)
Controla a corrente na linha que alimenta o transmissor.

Ela funciona como uma carga resistiva variável, cujo valor é controlado pelo conversor D/A.

Modem (*)
Modula um sinal de comunicação na linha de corrente. O "1" é representado por 1200 Hz e o "0" por 2200 Hz. Estes sinais são simétricos e não afetam o nível continuo do sinal de 4-20 mA.

Fonte de Alimentação
Utilize a linha de transmissão do sinal (sistema a 2 fios) para alimentar o circuito do transmissor. Ele necessita de no mínimo 3,9 mA para funcionar corretamente.

Isolação da Fonte
Sua função é isolar a fonte de alimentação entre a entrada e a CPU.

(*) Um “super chip”, o HT3012, um processador “4 em 1” acrescenta um tremendo diferencial ao TT421, sendo o responsável pela diferença em performance e confiabilidade em relação aos seus concorrentes de mercado.Este chip provê um co-processador matemático para operações em ponto flutuante, além do controlador HART® e do conversor D/A de 15 bits, que proporciona uma resolução menor que 0,75uA/bit da corrente de saída que combinada com todas as demais características proporcionam a alta exatidão, peculiar ao produto. O alto nível de integração eletrônica do circuito integrado HT3012 reduz consideravelmente o hardware, dando alta confiabilidade ao produto.

Descrição Funcional - Software

Refere-se ao diagrama de bloco (Fig. 2.2).

A função de cada bloco é descrita abaixo.

Entrada
Calcula o valor real em Ohm ou mV proporcional ao valor, medido pelo circuito de entrada.

Filtro Digital
O filtro digital é um filtro passa baixa com uma constante de tempo ajustável. É usado para atenuar os sinais de ruído. O valor do Amortecimento é o tempo necessário para a saída atingir 63,2% para um degrau de entrada de 100%.

Trim de Entrada
É utilizado para corrigir o valor da leitura de entrada do transmissor devido a um desvio ao longo do tempo.

Compensação e Linearização Padrão do Sensor
Aqui, a medida de mV ou Ohm é linearizada e compensada (junta fria) de acordo com as características armazenadas na CPU. A CPU contém dados a respeito da maioria dos sensores padrões disponíveis.

Sensor Especial
Aqui, a medida de mV ou Ohm pode ser linearizada de acordo com uma tabela especificada pelo cliente, onde é especificado o tipo de sensor, conexão, valor superior e inferior de calibração, span mínimo e unidade do sensor.

Calibração
É usado para ajustar os valores de processo correspondente à saída de 4 a 20 mA no modo transmissor ou a variável de processo de 0 e 100% no modo PID. No modo transmissor o VALOR-INFERIOR é o ponto correspondente a 4 mA, e o VALOR-SUPERIOR é o ponto correspondente a 20 mA. No modo PID, o VALOR INFERIOR corresponde a PV = 0% e o VALOR SUPERIOR corresponde a PV = 100%.

Gerador de Tempo
Gera o tempo a ser usado pela função geradora de setpoint. Pode ser interrompido usando PAUSE e reinicializado usando RESET.

Setpoint
Aqui, o setpoint pode ser ajustado ou ser gerado automaticamente através do gerador de SP. Ao funcionar, o gerador de setpoint faz com que o SP siga valores de acordo com uma tabela pré-configurada.

PID

Primeiro é calculado o erro PV-SP ou SP-PV, dependendo de qual ação (direta ou reversa) está configurado o item AÇÃO.

$$MV = KP\left(e + \frac{1}{Tr}\int edt + Td.\frac{dPV}{dt}\right)$$

Auto/Manual

O modo Auto/Manual é configurado em INDIC. Em Manual a MV pode ser ajustada pelo operador. A opção POWER-ON é usada para configurar o modo de operação (AUTO/MANUAL) em que retornará o controlador, após uma falha na alimentação.

Limites

Este bloco assegura que a MV não ultrapasse os limites mínimo e máximo estabelecidos pelo LIMITE-SUPERIOR e LIMITE INFERIOR. Também certifica se a variação de saída não exceda o valor ajustado em taxa de saída. Estes valores são ajustados na opção LIMITES DE SEGURANÇA.

Saída

Calcula a corrente proporcional à variável de processo ou à variável manipulada para ser transmitida na saída de 4-20 mA, dependendo da configuração no MODO_OPER.

Este bloco, também, contém a função corrente constante configurada em OUTPUT.

Trim de Corrente

O ajuste de corrente (TRIM) de 4 mA e de 20 mA é usado para aferir o circuito de saída do transmissor quando necessário.
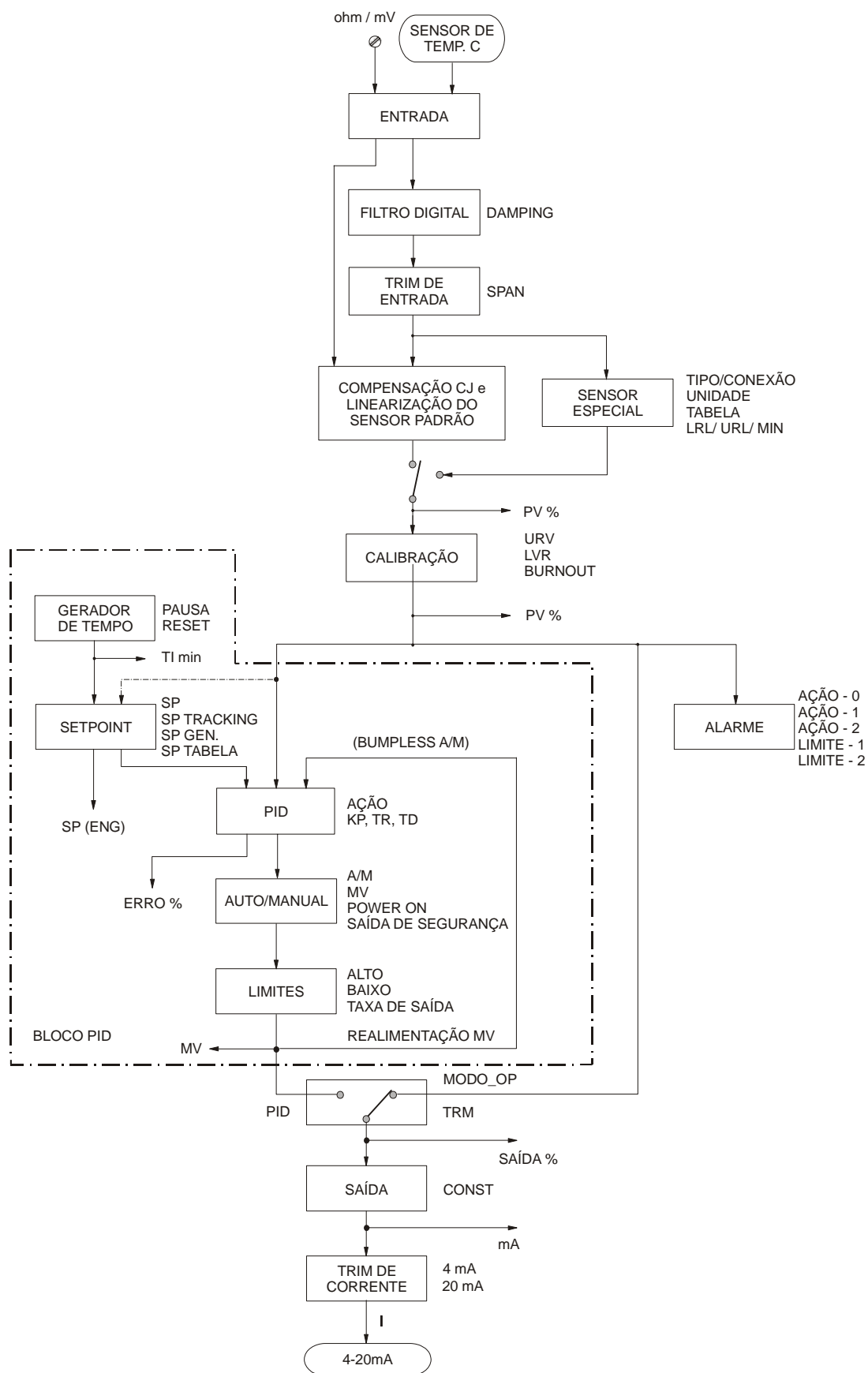
Figura 2.2– Diagrama de software do TT421

Sensores de Temperatura

O **TT421**, como explicado anteriormente, aceita vários tipos de sensores. O **TT421** é especialmente projetado para medir temperatura usando termopares ou termo-resistência (RTDs).

Alguns conceitos básicos a respeito desses sensores são apresentados abaixo.

Termopares
Os termopares são os sensores mais largamente usados na medida de temperatura nas indústrias.

Os termopares consistem de dois fios de metais ou ligas diferentes unidas em um extremo, chamado de junção de medida. A junção de medida deve ser colocada no ponto de medição. O outro extremo do termopar é aberto e conectado ao transmissor de temperatura. Este ponto é chamado junção de referência ou junta fria.

Para a maioria das aplicações, o efeito Seebeck é suficiente para explicar o funcionamento do termopar.

Como o Termopar Trabalha
Quando há uma diferença de temperatura ao longo de um fio de metal, surgirá um pequeno potencial elétrico, peculiar a cada liga. Este fenômeno é chamado efeito Seebeck. Quando dois metais de materiais diferentes são unidos em uma extremidade, deixando aberto a outra, uma diferença de temperatura entre as duas extremidades resultará numa tensão desde que os potenciais gerados em cada um dos materiais sejam desiguais e não se cancelem reciprocamente. Assim sendo, duas coisas importantes podem ser observadas. Primeiro: a tensão gerada pelo termopar é proporcional à diferença de temperatura entre a junção de medição e à junção de junta fria.

Portanto, a temperatura na junção de referência deve ser adicionada à temperatura da junta fria, para encontrar a temperatura medida. Isto é chamado de compensação de junta fria, e é realizado automaticamente pelo **TT421**, que tem um sensor de temperatura no terminal do sensor para este propósito. Segundo: fios de compensação ou extensão do termopar devem ser usados até os terminais do transmissor, onde é medida a temperatura da junta de referência.

A milivoltagem gerada com relação à temperatura medida na junção está relacionada em tabelas padrões de calibração para cada tipo de termopar, com a temperatura de referência 0°C.

Os termopares padrões que são comercialmente usados, cujas tabelas estão armazenadas na memória do **TT421**, são os seguintes:

- NBS (B, E, J, K, N, R, S e T)
- DIN (L, U)

Termos-resistência (Rtds)

Os sensores de temperatura resistivos, mais comumente conhecidos como RTD's são baseados no princípio que a resistência do metal aumenta com o aumento de sua temperatura.

Os RTDs padronizados, cujas tabelas estão armazenados na memória do **TT421**, são os seguintes:

- JIS [1604-81] (Pt50 e Pt100)
- IEC, DIN, JIS [1604-89] (Pt50, Pt100 e Pt500)
- GE (Cu 10)
- DIN (Ni 120)

Para uma correta medida de temperatura com o RTD, é necessário eliminar o efeito da resistência dos fios de conexão do sensor com o circuito de medição. Em algumas aplicações industriais, estes fios podem ter extensões de centenas de metros. Isto é particularmente importante em locais onde a temperatura ambiente muda bastante.

O **TT421**permite uma conexão a 2-fios que pode causar erros nas medidas, dependendo do comprimento dos fios de conexão e da temperatura na qual eles estão expostos (veja Figura 2.3).

Em uma conexão a 2-fios, a tensão V2 é proporcional à resistência do RTD mais a resistência dos fios.

V2 = [RTD + 2 x R] x I
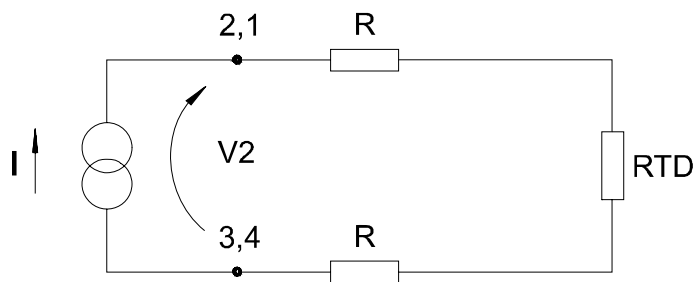
Figura 2.*1* - Conexão a 2-Fios

Para evitar o efeito da resistência dos fios de conexão, é recomendado usar uma conexão a 3-fios (veja Fig. 2.4) ou uma conexão a 4-fios (veja Fig. 2.5).

Em uma conexão tipo 3-fios, a corrente "**I**" não percorre o terminal 3 (3-fios) que é de alta impedância. Desta forma, fazendo V2-V1, anula-se o efeito da queda de tensão na resistência de linha entre os terminais 2 e 3.

V2-V1 = [RTD + R] x I - R x I = RTD x I

Em uma conexão a 4-fios, os terminais 2 e 3 tem alta impedância de entrada. Consequentemente, nenhuma corrente flui através destes fios e não há queda de tensão.
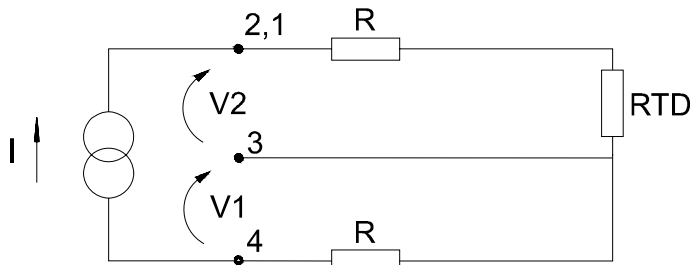
Figura 2.2 - Conexâo a 3-Fios

A resistência dos outros dois fios não tem influência na medição, que é feita entre os terminais 2 e 3. Conseqüentemente a tensão V2 é diretamente proporcional à resistência do RTD (V2 = RTD x I).
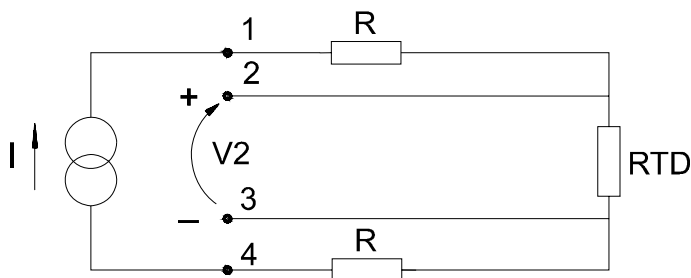
Figura 2.3 - Conexão a 4-Fios

Uma conexão diferencial é similar à conexão a 2-fios e fornece o mesmo problema (veja a Fig. 2.6). O terminal 3 tem uma alta impedância, portanto, nenhuma corrente flui através dele e nenhuma queda de tensão é gerada. A resistência dos outros dois fios serão medidas podem não se cancelar já que a linearização afeta-os diferentemente.
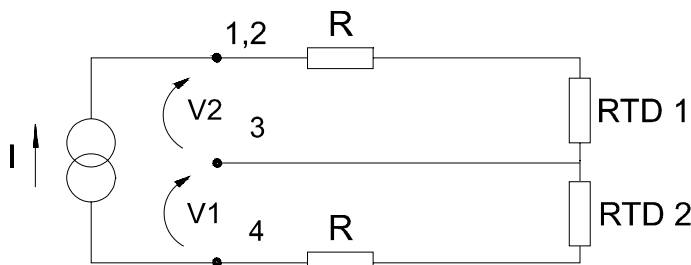
Figura 2.4 - Conexão Diferencial

Alarme

Os três alarmes são alarmes de software e não tem contatos disponíveis no transmissor.
Os alarmes são reconhecidos usando o configurador, que pode visualizar e também configurar os alarmes (Veja a sua configuração na Seção 3).

CONFIGURAÇÃO

O Transmissor Inteligente de Temperatura **TT421** é um instrumento digital que oferece as mais avançadas características que um aparelho de medição pode oferecer. A disponibilidade de um protocolo de comunicação digital (HART®) permite que o instrumento possa ser conectado a um computador externo e ser configurado de forma bastante simples e completa. Estes computadores que se conectam aos transmissores são chamados de HOST e eles podem ser tanto um Mestre Primário ou Secundário. Assim, embora o protocolo HART® seja do tipo mestre escravo, na realidade, ele pode conviver com até dois mestres em um barramento. Geralmente, o HOST Primário é usado no papel de um Supervisório e o HOST Secundário, no papel de Configurador.

Quanto aos transmissores, eles podem estar conectados em uma rede do tipo ponto a ponto ou multidrop. Em rede ponto a ponto, o equipamento deverá estar com o seu endereço em "0", para que a corrente de saída seja modulada em 4 a 20 mA, conforme a medida efetuada. Em rede multidrop, se o mecanismo de reconhecimento dos dispositivos for via endereço, os transmissores deverão estar configurados com endereço de rede variando de "1" a "15". Neste caso, a corrente de saída dos transmissores é mantida constante consumindo 4 mA cada um. Se o mecanismo de reconhecimento for via Tag, os transmissores poderão estar com os seus endereços em "0" e continuar controlando a sua corrente de saída, mesmo em configuração multidrop.

No caso do **TT421**, que pode ser configurado tanto para Transmissor quanto Controlador, o endereçamento do HART® é utilizado da seguinte forma:

- ✓ **MODO TRANSMISSOR -** o endereço "0" faz com que o **TT421** controle a sua saída de corrente e os endereços "1" a "15" colocam o **TT421** em modo multidrop sem controle de corrente de saída fixa em 4 mA.

- ✓ **MODO CONTROLADOR -** o **TT421** controla sempre a corrente de saída, de acordo com o valor calculado para a Variável Manipulada, independente do valor do seu endereço de rede.

NOTA:

Quando configurado em multidrop para áreas classificadas, os parâmetros de entidade permitidos para a área devem ser rigorosamente observados. Assim, verifique:

$Ca \geq \Sigma Ci_j + Cc$ $\quad$ $La \geq \Sigma Li_j + Lc$

$Voc \leq min\ [Vmax_j]$ $\quad$ $Isc \leq min\ [Imax_j]$

onde:

Ca, La = capacitância e indutância permitidas no barramento;
Ci_j, Li_j = capacitância e indutância do transmissor j (j=1, 15), sem proteção interna;
Cc, Lc = capacitância e indutância do cabo;
Voc = tensão de circuito aberto da barreira de segurança intrínseca;
Isc = corrente de curto circuito da barreira de segurança intrínseca;
$Vmax_j$ = tensão máxima permitida para ser aplicada no transmissor j;
$Imax_j$ = corrente máxima permitida para ser aplicada no transmissor j.

O Transmissor Inteligente de Temperatura **TT421** apresenta um conjunto bastante abrangente de Comandos HART® que permite acessar qualquer funcionalidade nele implementado. Estes comandos obedecem às especificações do protocolo HART® e eles estão agrupados em Comandos Universais, Comandos de Práticas Comum e Comandos Específicos.

A Smar desenvolveu dois tipos de Configuradores para os seus equipamentos HART®: O Configurador **CONF401** e o **HPC301**, o primeiro funciona na plataforma Windows (95, 98, 2000, XP e NT) e UNIX. Ele fornece uma configuração fácil, monitoração de instrumentos de campo, habilidade para analisar dados e modificar o desempenho de instrumentos de campo. O segundo, **HPC301,** é a mais nova tecnologia em computadores portáteis **PalmZIRE71** Handheld. **As características de operação e uso de cada um dos configuradores constam nos manuais específicos.**

A figura 3.1 mostra o frontal do Palm.
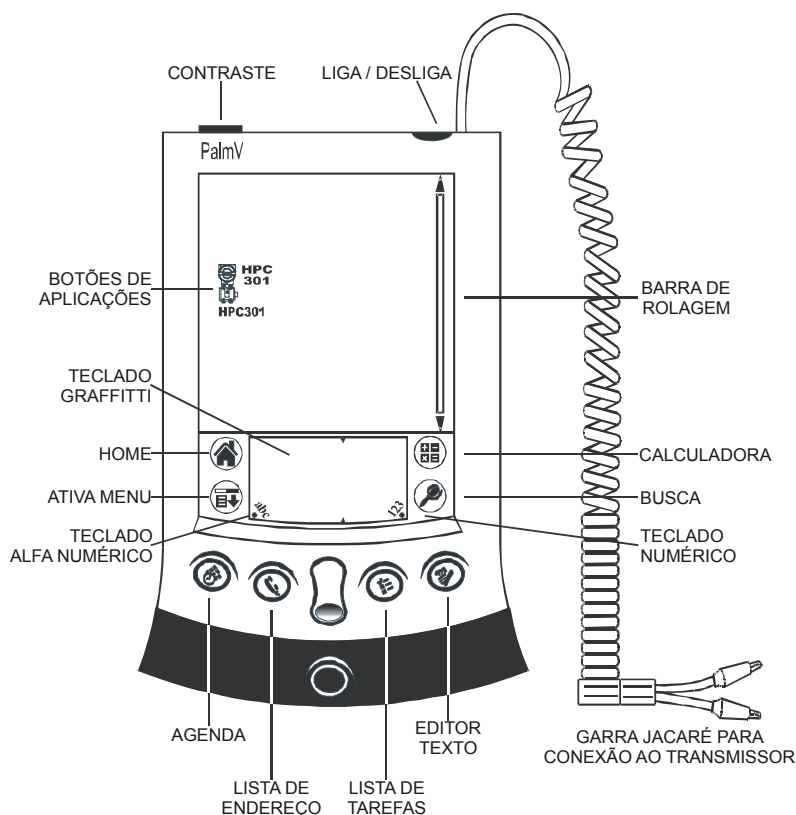
Fig. 3.1 – Programador PALM

Recursos de Configuração

Através dos configuradores HART®, o firmware do **TT421** permite que os seguintes recursos de configuração possam ser acessados:
Identificação e Dados de Fabricação do Transmissor;
Trim da Variável Primária – Temperatura;
Trim de Corrente do Equipamento;
Ajuste do Transmissor a Faixa de Trabalho;
Seleção da Unidade de Engenharia;
Seleção do Tipo de Sensor;
Configuração do Gerador de Set Point;
Configuração do Controlador PID;
Configuração do Equipamento;
Manutenção do Equipamento.
As operações que ocorrem entre o configurador e o transmissor não interrompem a medição da temperatura e não perturbam o sinal de saída. O configurador pode ser conectado no mesmo cabo do sinal de 4-20 mA até 2000 metros de distância do transmissor.

Árvore de Programação

A árvore de programação é uma estrutura em forma de árvore com todos os recursos disponíveis do software, como mostra a Fig. 3.2.

ON_LINE_TRM_ÚNICO: é usada quando o programador é conectado em paralelo com um único transmissor e esse transmissor tem o endereço 0 (Zero).

ON_LINE_MULTIDROP: é usada quando o programador está conectado em paralelo com vários transmissores (até 15) e esses transmissores são configurados com endereços diferentes (Veja Multidrop).

ATENÇÃO
Todos os transmissores são configurados de fábrica sem senhas. Para evitar má operação em alguns níveis críticos da árvore de programação, é recomendável configurar todas as senhas antes da operação. Veja a opção "SENHA", na seção de manutenção.

INFO - A informação principal sobre o transmissor pode ser acessada aqui. Essas incluem: Tag, Descrição, Mensagem e Único ID.

CONF - Esta opção permite configurar o Burnout.

MANUT – Esta opção permite testar o malha de corrente, resetar o equipamento, ver o contador de operações, configurar os níveis de senha e o código de pedido.

SENSOR – Esta opção permite configurar o tipo de sensor e a conexão a ser usada.

PID – É a opção onde a função controlador pode ser ligada e desligada e todos os parâmetros de controle podem ser ajustados e monitorados.

MONIT - É a opção que permite o usuário monitorar 4 das variáveis dinâmicas do transmissor e a saída de corrente.

FAIXA – As seguintes saídas relacionada aos parâmetros podem ser configuradas: Valor Inferior, Valor Superior, Unidade e damping.

TRIM - É a opção usada para ajustar a indicação do transmissor com um padrão de corrente e/ou Ohm/mV.

ALARME – Aqui se configura qualquer dos três tipos de alarmes disponíveis. Eles podem ser usados como um método de alerta, que é ativado a PV esta fora do range configurado.

FÁBRICA – Contém os parâmetros pré-configurados pela fábrica. Eles não são ajustáveis pelo usuário, esse procedimento é realizado somente na fábrica.

MULTIDROP – Esta opção permite que o usuário faça o rastreio dos equipamentos conectados na malha, detectando assim os seus respectivos endereços. Também, designa-se um endereço para cada equipamento a ser conectado na rede.
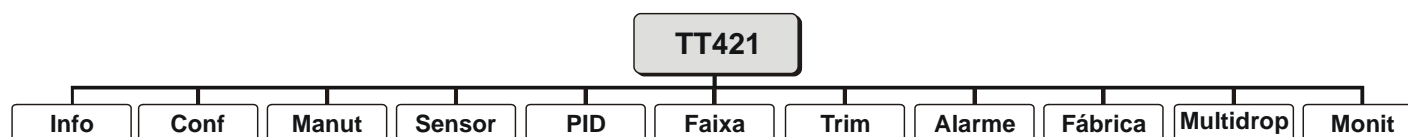
Fig. 3.2 – Árvore de Programação

Identificação e Dados de Fabricação - Info

As informações principais sobre o transmissor podem ser aqui acessadas. Elas são: Tag, Descrição, Mensagem, Data e Identificação Única. Há também uma tela de informação do equipamento que contém informações adicionais importantes do equipamento. As informações contidas nessa tela são: Fabricante, tipo de Equipamento, Número de série e Versão do Firmware do transmissor, Versão do protocolo HART e finalmente a Revisão do Hardware.

As seguintes informações são disponibilizadas em termos de identificação e dados de fabricação do transmissor **TT421**:

- ✓ **TAG** - Campo com 8 caracteres alfanuméricos para identificação do transmissor;
- ✓ **DESCRIÇÃO** - Campo com 16 caracteres alfanuméricos para identificação adicional do transmissor. Pode ser usado para identificar localização ou serviço;
- ✓ **MENSAGEM** - Campo com 32 caracteres alfanuméricos para qualquer outra informação, tal como o nome da pessoa que fez a última calibração, algum cuidado especial para ser tomado ou se, por exemplo, é necessário o uso de uma escada para ter acesso ao transmissor;

- ✓ **DATA DA MODIFICAÇÃO** - A data pode ser usada para identificar uma data relevante como a última calibração, a próxima calibração ou a instalação. A data é armazenada na forma de bytes onde DD = [1,..31], MM = [1..12], AA = [0..255], onde o ano efetivo é calculado por [Ano = 1900 + AA];
- ✓ **ID ÚNICO*** – Informação somente para leitura.

NOTA:
* Este item de informação não pode ser modificado.

Configuração - CONF

Esta função afeta a saída de 4-20 mA do transmissor e a indicação do display do configurador. Nesta opção pode-se alterar o burnout (Inferior e Superior) e verificar o status da proteção contra escrita.

Burnout – O Burnout pode ocorrer quando a leitura do sensor está fora do range ou aberta. Neste casos**,** o transmissor pode ser ajustado para a saída no limite máximo de 21 mA configurando-o para alto ou o limite mínimo para 3,6 mA configurando-o para baixo. Se o **TT421** for trabalhar como controlador, deve-se configurar a saída de segurança.

Calibração - Faixa

Nesta opção calibra-se o Valor Inferior e Superior da faixa de operação, seleciona a unidade que representará a variável de processo e o amortecimento do transmissor.

Manutenção - Manut

A opção manutenção oferece 5 opções para o usuário verificar as condições de funcionalidade de sua malha, tais como: reiniciar o equipamento, testar o malha de corrente, verificar o número de configurações realizadas, configurar o nível de senhas e verificar o código de pedido do equipamento.

Abaixo está uma sucinta descrição das características desempenhada pelo equipamento na função Manutenção:

Reset do Equipamento - Reseta o equipamento (semelhante a religá-lo novamente). A opção reiniciar o equipamento deve ser realizada como último recurso, pois pode causar instabilidade no processo de controle.

Teste de Malha - A saída de corrente pode ser ajustada para qualquer valor desejado entre 3,6 e 21 mA sem se importar com o valor da entrada. Há, também, alguns valores fixos de corrente para teste da malha. As opções disponíveis são:4, 8, 12, 16 ou 20 mA .

Contador de Operações: A contagem do número de operações é útil para saber se alguém fez alguma alteração na configuração do equipamento. Todas as vezes que um dos parâmetros relacionados abaixo é alterado o respectivo contador de alterações é incrementado. Os parâmetros monitorados são:

- Configuração do Range (Inferior/Superior)
- Mudança para Corrente Fixa
- Trim 4 mA
- Trim 20 mA
- Trim do sensor
- Configuração do Burnout
- Configuração do Sensor
- Mudança de Auto/Manual (caso PID habilitado)
- Multidrop

Senhas: As opções para a configuração do nível de senhas e acessos são: Info, Trim, Conf, Manut, PID e Alarme.

Há três níveis de senha. Elas são usadas para restringir o acesso a certos operações na árvore de programação. Na condição default nenhuma senha é configurada.

Cada ramo de operação pode ter uma senha de nível especificado. O nível de senha default é 0 "ZERO" mas você pode ajustar, por exemplo, **Info** com nível "**1**" e **Manut** com nível "**3**". Estes níveis podem ser alterados por qualquer um que conheça a senha de nível 3. Para cancelar basta apagar a senha vigente e enviar outra em branco.

A senha de nível 3 é hierarquicamente superior à senha de nível 2, o qual é superior ao nível 1.

Código de pedido – Contém o código de pedido do equipamento.

ATENÇÃO
No caso de perda ou esquecimento da senha, contate a Smar.

Tipos de Sensor - Sensor

É usado para configurar a entrada do **TT421** para o tipo de sensor utilizado e sua forma de conexão. Os tipos cobertos por este manual são:

RTD: Sensores Resistivos de Temperatura
- Cu10 (GE)
- Ni120 (DIN)
- Pt50, 100, 500 (IEC)
- Pt50, 100 (JIS)
- Configurável para 2, 3 ou 4 fios ou diferencial

TC: Termopares
- B, E, J, K, N, R, S e T (NBS)
- L e U (DIN), K e S (IEC584)
- Configurável para 2 fios ou diferencial

Ohm: Medição de Resistência
- 0 a 100 Ohm
- 0 a 400 Ohm
- 0 a 2000 Ohm
- Configurável para 2, 3 ou 4 fios ou diferencial

mV: Medida de Tensão
- -6 a 22 mV
- -10 a 100 mV
- -50 a 500 mV
- Configurável para 2 fios ou diferencial

Especial: Sensor Especial
- Ohm especial
- mV especial

É usado para sensores especiais, por exemplo, células de cargas ou indicadores resistivos de posição. Utilizando este recurso o **TT421** pode se transformar num transmissor de massa, volume, posição, etc.

Junção Fria Esta opção permite compensar a junção fria para sensor com termopar (somente sensor especial).

Configuração do Sensor Especial

O sensor especial é uma função que permite sensores, cujas curvas características não estão armazenadas na memória do **TT421**, serem utilizados ou linearizados. A tabela 3.1 mostra as unidades disponíveis para os sensores especiais.

Qualquer sensor pode ser usado, desde que o **TT421** possa aceitar a faixa do sinal gerado pelo sensor. As limitações dos sensores Ohm e mV podem ser vistos na tabela 3.2.

Para mudar a configuração do sensor especial, selecione **especial** no menu **sensor.**

VARIÁVEL	UNIDADES
Pressão	inH2O, InHg, ftH2O, mmH2O, mmHg, psi, bar, mbar, g/cm^2, Pa, KPa,Ton, ATM
Vazão Volumétrica	ft^3/m, gal/m, l/min, Gal/m, m^3/h, gal/s, l/s, Ml/d. ft/^{3}s, ft^3/d, m^3/s, m^3/d, Gal/h, Gal/d, ft^3/h, m^3/m, bbl/s, bbl/m, bbl/h, bbl/d, gal/h, Gal/s, l/h
Velocidade	ft/s, m/s, m/h
Temperatura	ºC, ºF, ºR, K
Tensão	mv, v
Volume	gal, l, Gal, m^3, bbl, bush, Yd^3, ft^3, In^3
Nível & Comprimento	ft, m, in, cm, mm
Tempo	min, sec, h, dia
Peso (Massa)	gram, Kg, Ton, lb, Shton, LTon
Vazão de Massa	g/s, g/min, g/h, kg/s, kg/m, kg/h, kg/d, Ton/m, Ton/h, Ton/d, lb/s, lb/m, lb/h, lb/d, Ton/d
Temperatura	SGU, g/cm^3, kg/m^3, g/ml, kg/l, g/l, TWARD, BRIX, Baum H, Baum L, API, % Solw, % Solv, Ball
Outras	Ohm, Hz, mA, %, pH, µs, cPo
Especial	5 caracteres

Tabela 3.1 – Unidades Disponíveis do Sensor Especial.

A curva característica do sensor pode ser programada na memória EEPROM do **TT421** em forma de uma tabela de 16 pontos. Tais tabelas são fornecidas, usualmente, pelo fabricante do sensor, mas podem, também, serem obtidas através de teste num laboratório.

ATENÇÃO
A função sensor especial não pode ser usada quando a função geradora de setpoint está sendo utilizada e vice-versa.

As opções para configurar o sensor especial são:

Faixa - Para o sensor **Ohm** há 3 faixas: 0 a 100, o a 400 e 0 a 2000 Ohm.
Para o sensor **mV** há também 3 faixas: -6 a 22, -10 a 100 e -50 a 500.

Conexão – há quatro opções: diferencial, dois fios, três fios e quatro fios.

Tabela (x, y) É onde são inseridos os pontos da tabela do sensor especial. A entrada do sensor é armazenada como a variável X. A saída desejada é armazenada como a variável Y (19999 ≤ Y ≤ +19999). A entrada X deverá sempre ter valores crescentes.
X = Entrada na borneira Ohm ou mV.
Y = Saída desejada em unidade de engenharia.

Observe as seguintes limitações para os valores da variável X:

TIPO DE CONEXÃO	2, 3 OU 4 FIOS	DIFERENCIAL (cada entrada)
Ohm	0 < X < 2000	0 < X < 1000
mV	-6 < X < 500	10 < X < 250

Tabela 3.2 – Faixa de Entrada do Sensor Especial

V.INF Limite Inferior da faixa de calibração.
O menor valor que o transmissor pode ser calibrado quando utilizando este sensor especial.

V.SUP Limite Superior da faixa de calibração.
O maior valor que o transmissor pode ser calibrado quando utilizando este sensor especial.

Span Mínimo O menor span que o transmissor pode ser calibrado quando utilizando este sensor especial.

Unid. - Unidade de Engenharia que deve ser associado com a variável medida.
Se uma das mais de 100 unidades padrões for selecionada, o respectivo código do protocolo HART será atribuído a este parâmetro.
Deste modo, todo sistema supervisório que possui o protocolo HART pode acessar o menu **Unidade**.

PID

Esta opção permite o ajuste dos parâmetros PID incluindo o Setpoint, mudança do modo auto/manual e dos parâmetros de sintonia.

O **TT421** com o PID ligado opera como um controlador/transmissor e desativado opera apenas como transmissor.
A saída 4-20 mA do transmissor pode se tornar à saída de um controlador PID e é regido pela fórmula:

$$MV = Kp\left(e + \frac{1}{Tr}\int edt + Td.\frac{dPV}{dt}\right)$$

Onde:

e	=	PV – SP (Direto) ou SP – PV (Reverso)
SP	=	Setpoint
PV	=	Variável de Processo
Kp	=	Ganho Proporcional
Tr	=	Tempo Derivativo
MV	=	Saída

Abaixo está uma lista das configurações que podem ser realizadas na função PID.

Controlador PID – ON / OFF.

Parâmetros de sintonia - Esta característica permite ao usuário configurar o parâmetro de sintonia (**Kp**, **Tr** e **Td**) e também os limites e a taxa da saída.

Leituras da PV, SP, MV e Erro - Permitem verificar em tempo real o valor destas variáveis.

SP tracking Quando em MANUAL, o Setpoint segue a PV. Quando o controlador é chaveado para AUTO, o último valor da PV, antes do chaveamento será assumido como SP.

Ação de controle - Nesta opção configura-se o Modo de Operação do transmissor. As

opções são:
Direta - A saída aumenta quando a PV aumenta.
Reversa - A saída diminui quando a PV aumenta.

Modo de Controle – Seleciona entre Automático e manual.

Configuração da MV – Ajusta a variável manipulada.

Configuração do SP – Ajusta o Setpoint.

Limites de controle (Segurança) – Esta opção permite a mudança do **SP Power On** entre automático, manual e Último valor. Ela também habilita o ajuste dos seguintes parâmetros do controlador:

Valor de segurança – É a saída após uma interrupção da alimentação ou durante uma falha.

Taxa / Alteração – É a taxa de mudança máxima permitida da saída.

Limite Inferior – é a saída mínima permitida (em %).

Limite superior - é a saída máxima permitida (em %).

Tabela do Setpoint - Quando o gerador de setpoint está habilitado o setpoint variará de acordo com uma tabela (curva). O tempo é sempre mostrado em minutos e o setpoint em %.

Gerador de SP - Se ele está habilitado, o setpoint variará com o tempo de acordo com a tabela programada em TABELA_ SP. O gerador de setpoint e o sensor especial não podem ser usados ao mesmo tempo.

Monitoração – MONIT

Esta função permite monitoração simultânea das 4 variáveis dinâmicas do transmissor e da corrente de saída no display do configurador.

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO
CORRENTE	Mostra a saída em mA.
***MV**	Mostra a saída em %.
PV	Mostra a variável de Processo na unidade de engenharia selecionada.
TEMP	Mostra a temperatura ambiente em graus °C.
PV%	Mostra a variável de processo em %.
***SP%**	Mostra o setpoint em %.
***SP**	Mostra o setpoint na unidade de engenharia selecionada.
***TIME**	Mostra o tempo do gerador de setpoint em minutos.
***ER%**	Mostra o desvio entre SP% e a PV%.

Tabela 3.3 - Variáveis Monitoradas.

**NOTA*
Esses itens podem somente ser selecionados em modo PID.

Calibrando o TT421

Calibrar um transmissor é configurar os valores de entrada relacionados com 4 mA e com 20 mA. Há quatro modos para fazê-lo com o **TT421**:

1 - Usando o programador (modo sem referência) onde a entrada de calibração não é requisitada.

2 - Usando o programador e um sinal de entrada como referência (modo com referência).

No modo transmissor, o valor inferior sempre corresponde a 4 mA e o valor superior a 20 mA. No modo PID, o valor inferior corresponde a PV=0% e o valor superior a PV=100%.

Calibração Sem Referência

O **TT421** pode ser configurado para fornecer 4 a 20 mA correspondendo aos limites de temperatura da aplicação do usuário sem a necessidade de conectar um gerador de referência (calibrador) nos seus terminais. Isto é possível porque o **TT421** possui em sua memória curvas de linearização para vários sensores de temperatura padrões. Suponha que o range do transmissor está calibrá-lo de -100 a 300°C e se deseja calibrá-lo na faixa de 0 a 100°C.

O transmissor gerará um sinal que varia de 4 a 20 mA quando a temperatura variar de 0 a 100 °C.

Observe que ambos os valores INFERIOR e SUPERIOR são completamente independente. O ajuste de um não afeta o outro. Contudo a seguinte regra deve ser observada:

a) Ambos os VALORES INFERIOR e SUPERIOR não devem ser menores que o limite inferior de calibração ou maiores que o limite superior de calibração.

b) O span, [(VALOR SUPERIOR)-(VALOR INFERIOR)], deve ser maior que o SPAN MÍNIMO.

Se você pretende reverter um sinal, isto é, ter o VALOR SUPERIOR menor que o VALOR INFERIOR, proceda como segue:

Faça o valor inferior tão próximo quanto possível do Valor Superior ou vice-versa, observando o span mínimo permitido. Ajuste o Valor Superior com o valor desejado e, então, ajuste o valor Inferior.
Exemplo: Se o transmissor é calibrado, tal que:

VALOR INFERIOR = 4 mA = 0°C
VALOR SUPERIOR = 20 mA = 100°Ce você quer mudar os seguintes para:

VALOR INFERIOR = 4 mA = 100°C
VALOR SUPERIOR = 20 mA =0°C

Considerando que o Span Mínimo Pt100 IEC é 10°C, você deve mudar os ajustes como segue:

a) Ajuste o VALOR INFERIOR = 90, isto é (100-10)

b) Ajuste o VALOR SUPERIOR = 0°C

c) Ajuste o VALOR INFERIOR = 100°C

Calibração Com Referência

Esse é o modo mais conveniente para calibrar um transmissor. Aplique o sinal para o qual você quer ajustar o ponto 4 mA (PV=0%). O Valor Inferior é alterado mas o span é mantido.

O mesmo procedimento é aplicado para o Valor Superior.

Exemplo: **TT421** medindo resistência e calibrado na seguinte faixa:

VALOR INFERIOR = 0 Ohm
VALOR SUPERIOR = 100 Ohm

Após a instalação, verificou-se que o potenciômetro (sensor de entrada) possuía uma resistência residual de 5 Ohm quando o seu indicador estava na posição igual a zero.

O trim de referência do Valor Inferior rapidamente corrige este problema fazendo o Valor Inferior ser igual a 5 Ohm.

O Valor superior pode ser alterado do mesmo modo.

Como mencionado antes, entrada do sensor (em Ohm ou mV) pode diferir um pouco do seu padrão na planta.

A função TRIM LEITURA pode ser usada para ajustar a leitura do transmissor em Unidade de Engenharia com o seu padrão na planta, daí eliminando quaisquer eventuais diferenças.

Unidade

A Unidade de Engenharia mostrada no configurador pode ser alterada. As unidades são vinculadas a tipo de variável de processo selecionada.

As seguintes unidades estão disponíveis:
Para entrada **Mv**: sempre **mV** .
Para entrada **Ohm**: sempre **Ohm**.
Para entrada **Termopar** e **RTD**: graus **Celsius**, **Fahrenheit**, **Rankine** e **Kelvin**.

Damping

A opção **DAMPING**, da função **CONF**, habilita o ajuste de amortecimento eletrônico.
O amortecimento pode ser ajustado entre 0 e **32** segundos.

Trim

A função TRIM é usada para ajustar a leitura de resistência, tensão e corrente com o padrão utilizado pelo usuário.

Para continuar com o ajuste do TRIM, o malha de controle deve estar em MANUAL para evitar distúrbios no processo.

Há duas opções:
Sinal de corrente e leitura de entrada.

TRIM de Corrente (Saída 4-20 mA)
Quando o microprocessador gera um sinal de 0%, o conversor Digital para Analógico e circuitos eletrônicos associados deve enviar uma saída de 4 mA. Se o sinal for 100%, a saída deve ser 20 mA.

Pode haver diferenças entre a corrente padrão da SMAR e a corrente padrão da planta. Neste caso você deve usar o ajuste do TRIM de corrente.

O transmissor ajustará o sinal de saída e o configurador repetirá a pergunta se a corrente está correta ou não. Responda adequadamente até a leitura ficar em 4,00 mA. O mesmo procedimento será aplicado para 20 mA.

TRIM de Leitura (ENTRADA)
Pode haver diferenças entre o padrão da SMAR para resistência e mV e os padrões da planta. Neste caso, você pode usar o ajuste do TRIM do usuário. O trim do usuário é composto do trim de Zero, do trim do Ganho e do trim de fábrica.

Trim de Zero - permite calibrar o valor inferior de resistência ou milivoltagem. O trim do zero não interfere no trim do ganho.
Trim do Ganho - Permite calibrar o valor superior de resistência ou milivoltagem.
Trim de Fábrica - recupera o trim de Zero e do Ganho feito na fábrica.

Para fazer o ajuste de zero, conecte um padrão de resistência ou mV com uma exatidão melhor que 0.02%.

Para fazer o ajuste de span, conecte um padrão de resistência ou mV com uma exatidão melhor que 0.02%.

Sempre que você quiser chamar pelo trim original de fábrica, selecione LEITURA_FAB.

Alarme

Esta função permite configurar os Três alarmes do **TT421**. A ação e o limite podem ser configurados independentemente para o alarme 1 e 2. Todos os alarmes podem ser monitorados e reconhecidos através desta função. O alarme № zero indica burnout e pode ser ativado e desativado usando esta função.

Rec. Reconhece o alarme.

Ação Configura o modo de operação do alarme: baixo, alto ou desabilita.

Nível Configura o nível no qual o alarme ocorre.

Configuração de Alarmes

Baixo Indicação de alarme quando a PV está abaixo do nível configurado sinal decrescendo.

Alto Indicação de alarme quando a PV está acima do nível configurado sinal crescendo.

Desab O alarme é desabilitado.

Selecione a opção desejada e pressione a tecla <**EXE**>.

Operação Online Multidrop

A conexão multidrop é formada por vários transmissores conectados em paralelo em uma mesma linha de comunicação. A comunicação entre o sistema mestre e os transmissores é feita

digitalmente com a saída analógica dos transmissores desativada (modo TRM) ou com a saída analógica ativada (modo PID).

A comunicação entre os transmissores e o mestre (PROG, DCS, sistema de aquisição de dados ou PC) é feito através de um modem Bell 202 usando o protocolo HART. Cada transmissor é identificado por um único endereço de 1 a 15.

O **TT421** sai da fábrica com o endereço igual a 0 (Zero), o que significa modo de operação ponto a ponto. O transmissor comunica com o configurador, sobrepondo a comunicação ao sinal 4 - 20 mA. Para operar no modo multidrop, o endereço do transmissor deve ser mudado para um número de 1 a 15. Esta mudança desativa a saída analógica variável de 4 - 20 mA assumindo o valor fixo igual a 4 mA (modo TRM) ou mantém a saída 4 - 20 mA variável quando o equipamento é configurado para o modo PID.

Quando a segurança intrínseca é necessária, atenção especial deve ser tomada para os parâmetros Ca, La, permitidos para aquela área.

Para operar no modo multidrop, é necessário verificar quais os transmissores que estão conectados na mesma linha.

Esta operação é chamada "PROCURA", e é feita automaticamente logo após marcar o XX e acionar o botão “**Procura**” da tela do configurador Palm abaixo:

ATENÇÃO
A corrente de saída será fixada em 4 mA assim que o endereço do transmissor é trocado (isto não ocorre quando o transmissor é configurado para o modo de operação PID).

Configurando o TT421 Para Multidrop

Todos os equipamentos saem de fábrica com o endereço 0 (não aptos para trabalharem em multidrop) e para trabalhar em multidrop eles devem ser configurados para qualquer número de 1 a 15.

Para configurar o transmissor para multidrop, conecte-o sozinho na linha conforme a figura 1.6 da seção 1.
Após alimentá-lo, pressione o ícone **HPC301pt**. O configurador mostrará a seguinte tela:

Figura 3.4 - Tela para Configuração do Multidrop

Marque o quadro da 1ª linha, **Endereço do Equip 0**, e pressione o botão **Procurar**. Após o configurador identificar o transmissor, selecione a linha contendo as informações do equipamento. Na próxima tela escolha a opção **Multidrop**. Neste momento deve-se escolher o endereço desejado para o transmissor e pressionar **Enviar**. Observe que nenhum outro transmissor na mesma linha (independente de marca, modelo e tipo) deve ter o mesmo endereço. Repita esse procedimento para todos os equipamentos que participarão da conexão multidrop.

Configuração no Modo Multidrop

Para comunicar com um transmissor específico no modo multidrop usando o configurador, basta selecionar a segunda opção **De: 0** até **15** na tela do configurador e pressionar o botão **Procurar**. Após o configurador identificar os transmissores na linha, será mostrado uma lista contendo o Endereço, o Tag e o Fabricante dos transmissores identificados. Após a seleção da linha do

transmissor desejado, o menu principal com todas as opções de configuração será mostrado no display do configurador para sua manipulação.

Seção 4

PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO

Geral

Os transmissores inteligentes de temperatura **TT421** são intensamente testados e inspecionados antes de serem enviados para o usuário. Não é recomendado que o usuário faça reparos, já que seu invólucro garante proteções às placas de circuito impresso. Em vez disso, deve-se manter conjuntos sobressalentes ou adquiri-los na **SMAR**, quando necessário.

Diagnóstico Com o Configurador Smar

Se o transmissor estiver alimentado e com o circuito de comunicação e a unidade de processamento funcionando, o programador **SMAR**, pode ser usado para diagnosticar algum problema com a saída do transmissor.

O programador **SMAR** deve ser conectado ao transmissor conforme esquema de ligação apresentado na Seção 1, Figuras 1.2, 1.3 e 1.4.

Mensagens de Erro

Quando o programador **SMAR** estiver comunicando com o transmissor, o usuário será informado sobre qualquer problema encontrado, através do auto-diagnóstico.

As mensagens de erro são sempre alternadas com a informação mostrada na primeira linha de Display do programador **SMAR**. A tabela abaixo, lista as mensagens de erro. Para maiores detalhes sobre a ação corretiva, veja a tabela de diagnósticos.

MENSAGENS DE DIAGNÓSTICO	POTENCIAL CAUSA DO PROBLEMA
ERRO DE PARIDADE **ERRO OVERRUN** **ERRO CHECK SUM** **ERRO FRAMING**	• Ruído excessivo ou ripple ≤ 0,4 Vpp.
RESPOSTA INVÁLIDA	• A resistência da linha não está de acordo com a curva de carga. • Transmissor sem alimentação. • Interface não conectada. • Transmissor configurado no modo Multidrop sendo acessado por ON LINE TRM ÚNICO. • Interface danificada. • Fonte de alimentação ou tensão da bateria do programador menor que 9V.
LINHA OCUPADA	• A linha está sendo ocupada por outro dispositivo mestre de comunicação.
CMD NÃO IMPLEMENTADO	• Versão de software não compatível entre o programador e o transmissor. • O programador está tentando executar um comando específico do TT421 em um transmissor de outro fabricante.
>PARTIDA A FRIO!<	• Queda de Energia.
>>SAÍDA FIXA!<<	• Saída no modo constante. • Transmissor no modo multidrop.
>SAÍDA SATURADA<	• Variável primária fora do Span calibrado (Saída de corrente em 3,8 ou 20,5 mA, somente modo TRM.
1ª OU 2ª VARIÁVEL FORA DA FAIXA	• Sinal de entrada fora do limite de operação. • Sensor danificado. • Transmissor com configuração errada.

Diagnóstico Sem o Configurador Smar

- **Sintoma**: SEM CORRENTE NA LINHA

Provável Fonte de Erro:
- Conexão do Transmissor.
- Verificar a polaridade da fiação e a continuidade.
- Verificar curto-circuito ou loops aterrados.

- Fonte de Alimentação.
- Verificar a saída da fonte de alimentação. A tensão no terminal do **TT421** deve estar entre 12 e 45Vdc, e o ripple menor que 0,4Vpp.
- Falha no Circuito Eletrônico.
- Verificar se a placa principal está com defeito substituindo-a por uma placa sobressalente.

- **Sintoma** : SEM COMUNICAÇÃO

Provável Fonte de Erro:

- Conexão do Terminal.
- Verificar a conexão da interface do programador.
- Verificar se a interface está conectada ao transmissor adequadamente.
- Verificar se a interface é o modelo IF3 (protocolo HART). Mencionar a interface do Palm
- Conexão do transmissor.
- Verificar se as conexões estão de acordo com o esquema de ligação.
- Verificar se a resistência da linha entre o transmissor e a fonte de alimentação está próxima a 250 Ohms.
- Falha de Alimentação.
- Verificar a saída da fonte de alimentação. A tensão deve estar entre 12 e 45 Vcc e o ripple ser menor que 0,4Vpp.
- Falha no Circuito Eletrônico.
- Verificar se a falha é no circuito do transmissor ou na interface, usando conjuntos sobressalentes.
- Endereço do Transmissor.
- No item ON_LINE_MULTIDROP verificar se o endereço é "0".

- **Sintoma :** CORRENTE DE 3,6 mA ou 21,0 mA.

Provável Fonte de Erro:

- Conexão do transmissor.
- Verificar se o sensor está corretamente conectado nos terminais do **TT421**.
- Verificar se o sinal do sensor está alcançando os terminais do **TT421**, medindo-os com um multímetro no transmissor. Para termopar e gerador de mV o teste pode ser feito com os sensores conectados e desconectados do transmissor.
- Sensor
- Verificar a operação do sensor; ele deve estar dentro de suas características.
- Verifique se o sensor instalado é do mesmo tipo do configurado no **TT421**.
- Verificar se o processo está dentro do range do sensor e do **TT421**.

NOTA
Uma corrente de 3,6 ou 21,0 mA no modo TRM indica burnout.

- **Sintoma :** SAÍDA INCORRETA

Provável Fonte de Erro:

- Conexão do transmissor.
- Verificar a tensão de Alimentação. A tensão nos terminais do **TT421** deve estar entre 12 e 45V, e ripple menor que 0,4Vpp.
- Verificar curtos-circuitos intermitentes, pontos abertos e problemas de aterramento.
- Ruído ou Oscilação.
- Ajustar o amortecimento.
- Verificar aterramento da carcaça dos transmissores, principalmente para entrada mV e termopar.
- Verifique se há umidade na borneira.
- Verifique se a blindagem dos fios entre sensor/ transmissor/painel está aterrada em apenas um dos extremos.
- Sensor.
- Verifique a operação do sensor; ele deve estar dentro da sua curva de resposta.
- Verifique se o sensor instalado é do mesmo tipo programado no **TT421**.
- Falha no Circuito Eletrônico.
- Verifique a integridade do transmissor substituindo por um sobressalente.
- Calibração
- Verifique a calibração do transmissor.

Retorno de Material

Caso seja necessário retornar o transmissor e/ou programador para a **SMAR**, basta contatar a assistência técnica - Setor de Revisão, informando o número de série do equipamento com defeito e enviá-lo(s) para a fábrica em Sertãozinho/SP.

Para maior facilidade na análise e solução do problema, o material enviado deve incluir, em anexo, documentação descrevendo detalhes sobre a falha observada no campo e as circunstâncias da mesma. Outros dados, como local de instalação, tipo de medida efetuada e condições do processo, são importantes para uma avaliação mais rápida.

Retornos ou revisões em aparelhos fora da garantia, devem ser acompanhados de uma ordem de pedido de compra ou solicitação de orçamento.

Acessórios

ACESSÓRIOS	
CÓDIGO DE PEDIDO	**DESCRIÇÃO**
PalmZIRE71*	PalmZIRE71Handheld de 16 Mbytes, incluindo o software de instalação e inicialização do HPC301.
HPC301*	Interface HART® HPI311-M5P para o PalmZIRE71, incluindo o pacote de configuração para os transmissores Smar e para transmissores genéricos.
HPI311-M5P*	Simplesmente a interface HART®.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Especificações Funcionais

Entrada
De acordo com a tabela de sensores.

Sinal de Saída
4-20 mA a dois fios com comunicação digital sobreposta (Bell 202 - Protocolo Hart 5.1/Transmissor /modo resposta 4-20 mA Comum).De acordo com a NAMUR NE43.

Fonte de Alimentação
12 a 45 Vdc.

Ajuste de Zero e Span
Não interativo, via comunicação digital.

Limites de Temperatura
Operação -40 a 75 °C (-40 a 167 °F).
Estocagem: -40 a 120 °C (-40 a 250 °F).

Perda do sinal de entrada (Burnout) /Alarme de falha
No caso de burnout do sensor ou falha do circuito, o auto diagnóstico fixa a saída para 3,6 ou para 21,0 mA, conforme a escolha do usuário.

Limites de umidade
0-100% RH.

Tempo para Iniciar Operação
Aproximadamente 10 segundos

Tempo de Atualização
Aproximadamente 0,5 segundos

Amortecimento
Ajustável de 0 - 32 segundos.

Configuração
É realizado pelo programador, que se comunica com o transmissor remotamente ou localmente usando Protocolo HART.

Especificações de Performance

Exatidão
Veja as tabelas seguintes.

Efeito da Temperatura Ambiente
Para uma variação 10ºC:
mV (-6...22 mV), TC (NBS: B, R, S,T): ±0,03% da entrada de milivoltagem ou 0,002 mV, o que for maior.

mV (-10...100 mV), TC (NBS: E, J, K, N; DIN: L, U): ±0,03% da entrada de milivoltagem ou 0,01 mV, o que for maior.

mV (-50...500 mV): ±0,03% da entrada de milivoltagem ou 0,05 mV, o que for maior.

Ohms (0...100), RTD (GE: Cu10) :±0,03% da entrada de resistência ou 0,01 , o que for maior.

Ohms (0...400), RTD (DIN: Ni: 120; IEC: Pt50, Pt100; JIS: Pt50, Pt100): ±0,03% da entrada de resistência ou 0,04, o que for maior.

Ohms (0...2000), RTD (IEC: Pt500): ±0,03% da entrada de resistência ou 0,2 , o que for maior.

TC: Rejeição da compensação de junta fria 60:1 (Referência: 25,0 ±0,3ºC).

Efeito da Alimentação:
±0,005% do span calibrado por volt.

Efeito da Vibração
Adequa-se a SAMA PMC 31.1

Efeito da Interferência Eletromagnética
Projetado de acordo com IEC 801/4

Especificações Físicas

Conexão elétrica
Acomoda condutores até 2,5mm^2(AWG 12)

Montagem
Fácil integração em encapsulamento padrão industrial DIN Form B

Características de Controle(Opcional)

PID
Ganho Proporcional: 0 a 100
Tempo Integral: 0,01 a 999 min/rep
Tempo Derivativo: 0 a 999 s
Ação Direta/Reversa
Limite de saída inferior e superior
Limite da taxa de variação da saída: 0,02 a 600 %/s
Saída de segurança na energização
Antireset windup
Transferência Manual para Automático Bumpless
Gerador de Setpoint até 16 pontos até 1999 minutos

Alarme
Duplo, níveis de disparo ajustáveis sobre toda faixa.
Ação baixa ou alta.
Mensagem de Reconhecimento.

Tabela de Características dos Sensores

	2, 3 OU 4 FIOS					DIFERENCIAL			
SENSOR	**TIPO**	**FAIXA ºC**	**SPAN MÍNIMO ºC**	**FAIXA ºF**	**EXATIDÃO ºC**	**FAIXA ºC**	**FAIXA ºF**	**SPAN MÍNIMO ºC**	**EXATIDÃO ºC**
RTD	Cu10 GE	-20 a 250	50	-4 a 482	±1,0	-270 a 270	-486 a 486	50	±2,0
	Ni 120 DIN	-50 a 270	5	-58 a 518	±0,1	-320 a 320	-576 a 576	5	±0,5
	Pt50 IEC	-200 a 850	10	-328 a 1562	±0,25	-1050 a 1050	-1890 a 1890	10	±1,0
	Pt100 IEC	-200 a 850	10	-328 a 1562	±0,2	-1050 a 1050	-1890 a 1890	10	±1,0
	Pt500 IEC	-200 a 450	10	-328 a 842	±0,2	NA	NA	NA	NA
	Pt50 JIS	-200 a 600	10	-328 a 1112	±0,25	-800 a 800	-1440 a 1440	10	±1,0
	Pt100 JIS	-200 a 600	10	-328 a 1112	±0,25	-800 a 800	-1440 a 1440	10	±1,5
TERMO-PAR	B NBS	100 a 1800	50	212 a 3272	±0,5**	-1700 a 1700	-3060 a 3060	60	±1,0**
	E NBS	-100 a 1000	20	-148 a 1832	±0,2	-1100 a 1100	-1980 a 1980	20	±1,0
	J NBS	-150 a 750	30	-238 a 1382	±0,3	-900 a 900	-1620 a 1620	30	±0,6
	K NBS	-200 a 1350	60	-328 a 2462	±0,6	-1550 a 1550	-2790 a 2790	60	±1,2
	N NBS	-100 a 1300	50	-148 a 2372	±0,5	-1400 a 1400	-2520 a 2520	50	±1,0
	R NBS	0 a 1750	40	32 a 3182	±0,4	-1750 a 1750	-3150 a 3150	40	±2,0
	S NBS	0 a 1750	40	32 a 3182	±0,4	-1750 a 1750	-3150 a 3150	40	±2,0
	T NBS	-200 a 400	15	-328 a 752	±0,15	-600 a 600	-1080 a 1080	15	±0,8
	L DIN	-200 a 900	35	-328 a 1652	±0,35	-1100 a 1100	-1980 a 1980	35	±0,7
	U DIN	-200 a 600	50	-328 a 1112	±0,5	-800 a 800	-1440 a 1440	50	±2,5

* Exatidão da leitura acessada por comunicação usando o programador. A exatidão de 4-20 mA é de ±0,03%.

** Não aplicável para os primeiros 20% da faixa (até 440ºC).

NA Não aplicável.

SENSOR	**FAIXA mV**	**SPAN MÍNIMO mV**	**EXATIDÃO %**
mV	-6 a 22	0,40	±0,02% ou ± 2 μV
	-10 a 100	2,00	±0,02% ou ± 10 μV
	-50 a 500	10,00	±0,02% ou ± 50 μV
mV DIF.	-28 a 28	0,40	±0,1% ou ± 10 μV
	-110 a 110	2,0	±0,1% ou ± 50 μV

SENSOR	**FAIXA mV**	**SPAN MÍNIMO mV**	**EXATIDÃO**
OHM	0 a 100	1	±0,02% ou ± 0,01 Ohm
	0 a 400	4	±0,02% ou ± 0,04 Ohm
	0 a 2000	20	±0,02% ou ± 0,20 Ohm
OHM DIF.	-100 a 100	1	±0,08% ou ± 0,04 Ohm
	-400 a 400	4	±0,1% ou ± 0,2 Ohm

Código de Pedido

MODELO	TRANSMISSOR DE TEMPERATURA
TT421	

CÓD.	TIPO DE CONEXÃO
L2	2 fios
L3	3 fios (*)
L4	4 fios
L5	Dupla a 2 fios

CÓD.	TIPO DE SENSOR		
T1	CU10 – GE	TF	TC Type R – NBS
T2	NI120 - DIN	TG	TC Type S – NBS
T3	PT50 - IEC	TH	TC Type T – NBS
T4	PT100 - IEC	TI	TC Type TIPO J - DIN
T5	PT500 - IEC	TJ	TC Type TIPO K - DIN
T6	PT50 - JIS	TL	TC Type S – DIN
T7	PT100 - JIS (*)	TM	TC Type T – DIN
T8	OHM 2K	TN	OHM 100
T9	OHM 400	TO	OHM ESPECIAL
TA	TC Type B - NBS	TQ	mV 22
TB	TC Type E - NBS	TR	100 mV
TC	TC Type J - NBS	TS	500 mV
TD	TC Type K - NBS	TT	mV ESPECIAL
TE	TC Type N - NBS		

CÓD.	TIPO DE MEDIIÇÃO
E1	Simples (*)
E2	Diferencial
E3	Máxima
E4	Mínima
E5	Média

TT421	L3	T7	E1

* Opção padrão

Especificações e informações estão sujeitas a modificações sem prévia consulta. Para atualizações mais recentes veja o site da Smar: www.smar.com.br.

smar	**FSR - Formulário para Solicitação de Revisão**	Proposta No.:	
Empresa:	Unidade:	Nota Fiscal de Remessa:	Garantia Sim ( ) Nota Fiscal de Compra: / Não ( )

CONTATO COMERCIAL		CONTATO TÉCNICO	
Nome Completo:		Nome Completo	
Cargo:		Cargo:	
Fone:	Ramal:	Fone::	Ramal:
Fax:		Fax:	
Email:		Email:	

DADOS DO EQUIPAMENTO / SENSOR DE TEMPERATURA

Modelo:	Núm. Série:	Tipo de Sensor e Conexão:
TT301 ( ) TT302 ( ) TT303 ( ) TT411 ( ) TT421 ( )		Tipo de medição: ( ) Duplo Sensor ( ) Média entre Sensores ( ) Diferencial ( ) Backup ( ) Único

INFORMAÇÕES E DESCRIÇÃO DA FALHA

Temperatura Ambiente (ºC)		Temperatura de Trabalho (ºC)		Faixa de Calibração	
Mín:	Max:	Mín:	Max:	Mín:	Max:
Tempo de Operação:			Data da Falha:		

INFORMAÇÕES PERTINENTES À APLICAÇÃO DO EQUIPAMENTO E DO PROCESSO

(Informe detalhes da aplicação, instalação, temperaturas mínima e máxima, etc. Quanto mais informações, melhor).

DESCRIÇÃO DA FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO

(Descreva o comportamento observado, se é repetitivo, como se reproduz, etc. Quanto mais informações melhor)

OBSERVAÇÕES

revisoes@smar.com.br **Fone: +55 (16) 3946-3550** **Fax: +55 (16) 3946-3549** **CNPJ: 46.761.730/0003-78**

TERMO DE GARANTIA SMAR

1. A SMAR garante os equipamentos de sua fabricação por um período de 18 (dezoito) meses, contados da data da emissão da Nota Fiscal. A garantia independe da data de instalação do produto.

2. Os equipamentos de fabricação SMAR são garantidos contra qualquer defeito proveniente de fabricação, montagem, quer de material quer de mão de obra, desde que a análise técnica tenha revelado a existência de vícios de qualidade passíveis de enquadramento neste termo, comprovados pela análise técnica e dentro dos prazos em garantia. A análise técnica aqui mencionada será realizada exclusivamente pelos laboratórios SMAR, ou efetuados pela empresa SRS Comércio e Revisão de Equipamentos de Automação Ltda., autorizada exclusiva Smar; vide item 4.

3. Excetuam-se os casos comprovados de uso indevido, manuseio inadequado ou falta de manutenção básica conforme indicado nos manuais de instrução dos equipamentos. A SMAR não garante qualquer defeito ou dano provocado por situação sem controle, incluindo, mas não limitado aos seguintes itens: negligência, imprudência ou imperícia do usuário, ações da natureza, guerras ou conturbações civis, acidentes, transporte e embalagem inadequados efetuado pelo cliente, defeitos causados por incêndio, roubo ou extravio, ligação à rede de tensão elétrica ou alimentação imprópria, surtos elétricos, violações, modificações não descritas no manual de instruções, se o número de série estiver alterado ou removido, substituição de peças, ajustes ou consertos efetuados por pessoal não autorizado; instalações e/ou manutenções impróprias realizadas pelo cliente ou por terceiros, utilização e/ ou aplicação incorreta do produto, ocasionando corrosão, riscos ou deformação do produto, danos em partes ou peças, limpeza inadequada com utilização de produtos químicos, solventes e produtos abrasivos não compatíveis com os materiais de construção, influências químicas ou eletrolíticas, partes e peças que se desgastam com o uso regular, utilização do equipamento além dos limites de trabalho (temperatura, umidade entre outros) conforme consta no manual de instruções. Além disso, este termo de garantia exclui despesas com transporte, frete, seguro, constituindo tais ítens, ônus e responsabilidade do cliente.

4. Os serviços técnicos de manutenção em garantia serão efetuados pela empresa SRS Comércio e Revisão de Equipamentos de Automação Ltda, autorizada exclusiva Smar. Os equipamentos com problemas técnicos comprovados deverão ser despachados e entregues no endereço abaixo, com frete pago pelo cliente.

   Dados para emissão da Nota Fiscal de Retorno:
   SRS Comércio e Revisão de Equipamentos de Automação Ltda.
   Rodovia Albano Bachega Km 2,1 – Vicinal Sertãozinho/Dumont Sertãozinho/SP
   Caixa Postal 532 – CEP 14173-020
   IE: 664.156.985-115 CNPJ: 009.005.841/0001-66 Fone: (16) 3513-2500 Fax: (16) 3513-2525
   E-mail: revisoes@srsrevisoes.com.br

5. Nos casos em que houver necessidade de assistência técnica nas instalações do cliente durante o período de garantia, não serão cobradas as horas efetivamente trabalhadas, entretanto, a SMAR será ressarcida das despesas de transporte, alimentação e estadia do técnico atendente, bem como dos custos com desmontagem e montagem quando existirem.

6. O reparo e/ou substituição de peças defeituosas não prorroga sob hipótese alguma o prazo da garantia original, a não ser que essa prorrogação seja concedida e comunicada por escrito pela SMAR.

7. Nenhum Colaborador, Representante ou qualquer outra pessoa tem o direito de conceder em nome da SMAR garantia ou assumir alguma responsabilidade quanto aos produtos SMAR. Se for concedida alguma garantia ou assumida sem o consentimento por escrito da SMAR, esta será declarada antecipadamente como nula.

8. Casos de aquisição de Garantia Estendida devem ser negociados com a SMAR e documentados por ela.

9. O atendimento ao cliente é realizado pela Assistência Técnica SMAR Fone: (16) 3946-3509 (Horário Administrativo) e (16) 3946-3599 (Plantão 24 h) localizado na Matriz em Sertãozinho (SP) ou pelos Grupos de Atendimentos localizados nos escritórios regionais da SMAR.

10. Caso seja necessário retornar o equipamento ou produto para reparo ou análise, basta entrar em contato com a SRS Comércio e Revisão de Equipamentos de Automação Ltda. Vide item 4.

11. Em casos de reparos ou análises deve-se preencher a “Folha de Solicitação de Revisão”, a FSR, contida no manual de instruções, onde deve conter detalhes sobre a falha observada no campo e as circunstâncias da mesma, além de informações sobre o local de instalação e condições do processo. Equipamentos e produtos não cobertos pelas cláusulas de garantia serão objetos de orçamento sujeitos à aprovação do cliente antes da execução do serviço.

12. Nos casos de reparos em garantia, recall ou fora de garantia, o cliente é responsável pelo correto acondicionamento e embalagem e a SMAR não cobrirá qualquer dano causado em transportes.Despesas de serviços ou quaisquer custos relacionados a desinstalação e instalação do produto são de responsabilidade do cliente e a SMAR não assume nenhuma responsabilidade frente ao comprador.

13. **Responsabilidade:** Exceto as condições gerais de garantia para Produtos SMAR, mencionadas anteriormente, a SMAR não assume nenhuma responsabilidade frente ao comprador, e isso sem limitações, quanto a danos, conseqüências, reivindicações de indenização, lucros cessantes, despesas com serviços e outros custos que forem causados pela não observação das instruções de instalação, operação e manutenção contidas em manuais SMAR. Além disso, o comprador também declara inocentar o fornecedor de indenizações por danos (excetuando os custos com consertos ou com a reposição de produtos defeituosos descritos anteriormente), causados direta ou indiretamente por causa de teste, aplicação, operação ou conserto inadequados de produtos SMAR.

14. É responsabilidade do cliente a limpeza e descontaminação do produto e acessórios antes de enviar para reparo e a SMAR e sua autorizada se reserva do direito de não repararem o equipamento nos casos onde assim não for procedido. É responsabilidade de o cliente avisar a SMAR e sua autorizada quando o produto for utilizado em aplicações que contaminam o equipamento com produtos que podem causar danos durante o seu manuseio e reparo. Qualquer dano, conseqüências, reivindicações de indenização, despesas e outros custos que forem causados pela falta de descontaminação serão atribuídos ao cliente. Por gentileza, preencher a Declaração de Descontaminação antes de enviar produtos à Smar ou autorizadas e que pode se acessada em HTTP://www.smar.com/brasil2/suporte.asp e enviar dentro da embalagem.

15. Este termo de garantia é válido apenas quando acompanhado da Nota Fiscal de aquisição.